



# COGENERACIÓN: ASPECTOS TÉCNICOS DE SU DISEÑO

POR: ING. FREDDIE IRIZARRY SANTOS  
F. IRIZARRY & ASSOCIATES  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS

# PREÁMBULO

La Cogeneración como alternativa energética para la Industria y el Comercio se está desarrollando aceleradamente en nuestro País. Ante esta realidad, las opciones de diseño y del mercado son muy variadas y aunque todas sean viables, el objetivo final es obtener una solución altamente eficiente, resiliente, ambientalmente amigable y costo efectiva.



# PROPÓSITO

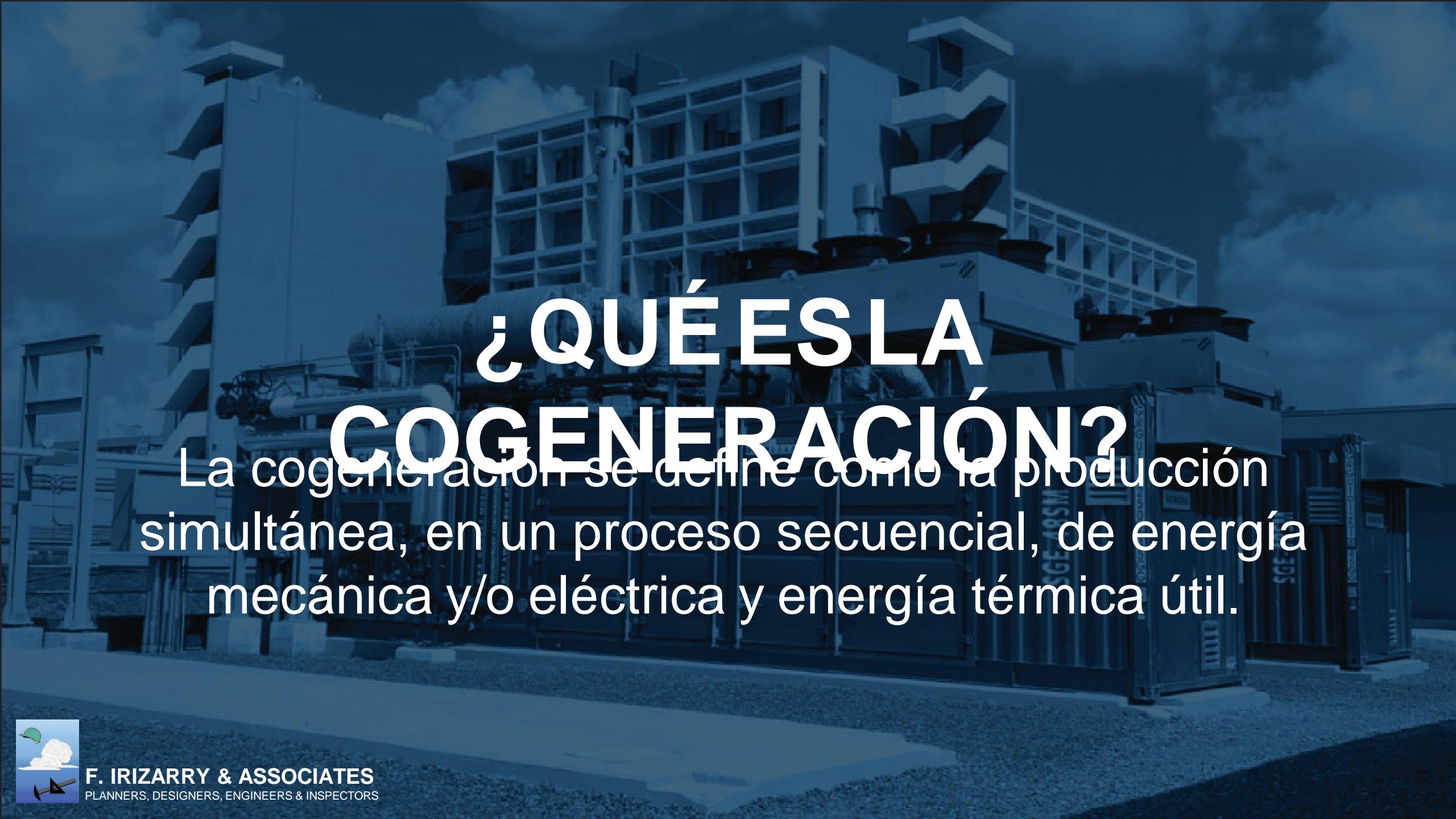
Familiarizar al participante con las consideraciones de técnicas del diseño de una Cogeneración por medio del compartir las experiencias de diseño del recurso.



# ÍNDICE:

- ¿Qué es la Cogeneración?
- Aplicaciones comunes en la Industria
- Descripción de los equipos utilizados comúnmente
- Tipos de Combustibles, Disponibilidad, su Almacenaje, Riesgos y Ubicación
- Ubicación de la Planta de Cogeneración
- Integración a Facilidades Existentes
- Consideraciones Ambientales
- Requisitos de Permisos
- Preguntas & Respuestas





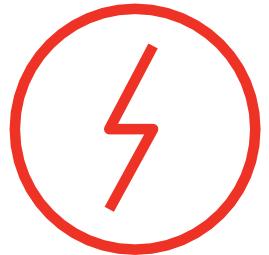
# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

La cogeneración se define como la producción simultánea, en un proceso secuencial, de energía mecánica y/o eléctrica y energía térmica útil.

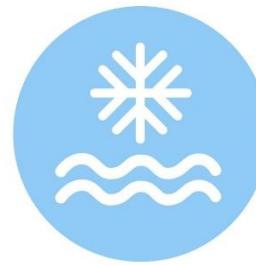


# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

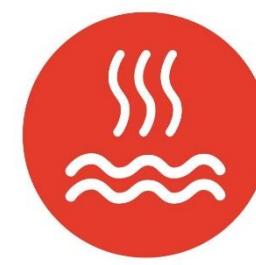
Resultado de la recuperación de calor =



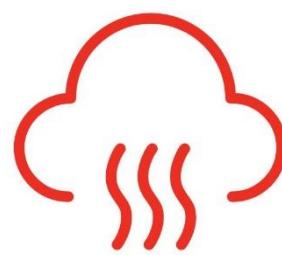
+



Y/O



Y/O



ELECTRICIDA  
D

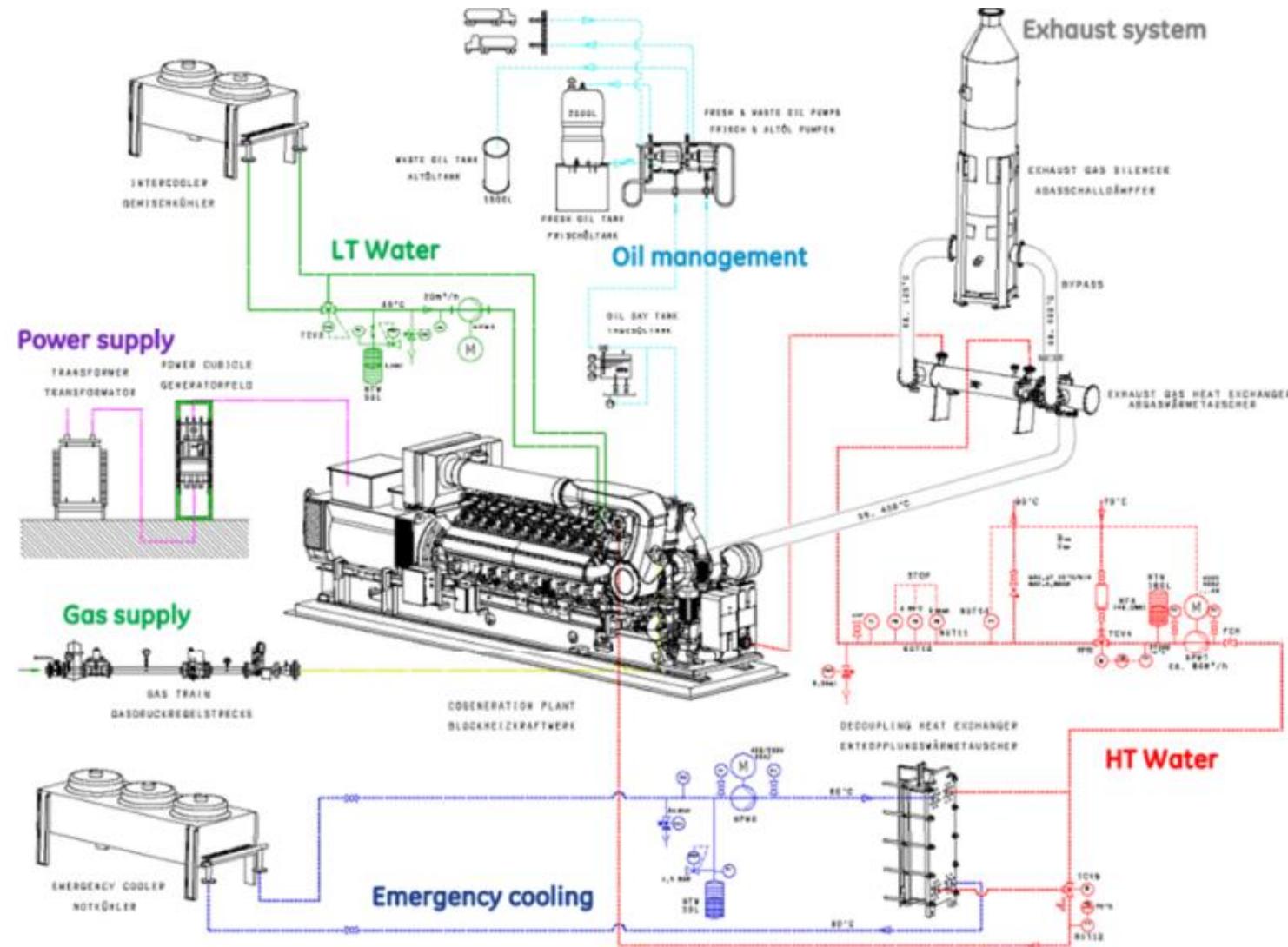
AGUA  
HELADA

AGUA  
CALIENTE

VAPO  
R



# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?



# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

El objetivo de la cogeneración es lograr la mayor eficiencia en el uso del combustible o la energía, que de otra forma se perdería al ambiente.

## Ejemplo

En un generador de electricidad la energía se pierde en su radiador para mantener la temperatura del motor, y en los gases de escape de la combustión.



# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

También se le conoce como:

- CoGen
- CHP - Combined Heat and Power
- CCHP - Combined Cooling, Heating & Power
- Trigeneración
- Poligeneración
- Ciclo Combinado



# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

Ciclo Combinado - es un tipo de Cogeneración donde producimos electricidad en dos máquinas, una turbina de combustible y una turbina de vapor.



# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

## OBJETIVOS

- Resiliencia
- Eficiencia
- Reducción Huella Ambiental
- Independencia Energética
- Reducción y Estabilidad de Costos de Operación
- Competitividad Global



# ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

## IMPORTANTE!

- Se necesita tener una demanda o necesidad termal para justificar el desarrollo de un proyecto de Cogeneración
- El sistema más eficiente será el que se adapte a la necesidad termal (y no a la eléctrica) del lugar





# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA:



# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA: Concentrémonos en Puerto Rico y el Caribe

- Hospitales
- Hoteles
- Oficinas
- Industria Farmacéutica
- Manufactura de Alimentos
- Destilerías
- Centros Comerciales
- Cerveceras
- Almacenaje de Alimentos o Productos Perecederos
- Manufactura de Dispositivos Médicos



# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA:

## Concentrémonos en Puerto Rico y el Caribe

- Almacenaje de Gas Licuado Refrigerado
- Supermercados
- Centros de Datos
- Refinerías - Reciclaje de Aceite/Producción Hidrogeno
- Reciclaje de Gomas



# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA:

## AGUA HELADA

- Aire Acondicionado - confort, manufactura, protección de equipos y procesos.
- Procesos - intercambiadores de calor, enfriamiento, sub-enfriamiento, torres de enfriamiento, condensadores, secadores de aire.
- Refrigeración - preservación de alimentos, compresores, hasta temperaturas bajo congelación del agua (Chilled Glycol).



# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA:

## AGUA CALIENTE

- Potable para Uso Humano
- Calefacción
- Confección de Alimentos
- Procesos
- Intercambiadores de Calor
- “Re-Heat” para control de humedad
- Agua alimentación de calderas



# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA:

## VAPOR

- Calderas Potencia
- Calderas Calefacción
- Esterilización
- Ciclo Combinado
- Calderas Hornos Diales



# APLICACIONES COMUNES EN LA INDUSTRIA: CONSIDERACIONES IMPORTANTES!!!

- Producir calor es más eficiente que producir frío. No obstante, en PR hay más demanda de frío que de calor.
- Antes de hacer Cogeneración, optimice sus utilidades (agua, vapor, electricidad, aire acondicionado, aire comprimido)
- Considere CHP cuando tenga que hacer mejoras capitales en sus equipos existentes



# DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS COMUNMENTE



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ

## A. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA (RICE - “RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINES”)

- Ignición por Bujías (“Spark Ignition”)
- Ignición por Compresión

## B. TURBINAS

- Turbinas de Gas (Propano o gas natural)
- Turbinas de Combustible Líquidos (Diesel, Kerosene)



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

## IGNICIÓN POR BUJÍAS (“SPARK IGNITION”) CICLO OTTO

Utilizan una chispa generada a través de un bujía para encender una mezcla comprimida de aire y combustible

**Combustibles** - gasolina, gas natural, gas propano, gases de desecho (digester gas)

Motores duales - puede usar uno u otro de los combustibles



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

## 2SLB - (2-Stroke Lean Burn)

Motor a 2 tiempos de mezcla pobre, donde la razón de mezcla de aire a combustible es alta.

## 4SLB - (4-Stroke Lean Burn)

Motor a 4 tiempos de mezcla pobre, donde la razón de mezcla de aire a combustible es alta.

Requiere “Oxidation Catalyst” sobre los 500 HP



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

## 4SRB - (4 Stroke Rich Burn)

Motor a 4 tiempos de mezcla rica, donde la razón de mezcla de aire a combustible es baja o está cerca de la razón Stochiometrica .

Requiere “Non-Selective Reduction Catalytic Reduction” sobre los 500 HP



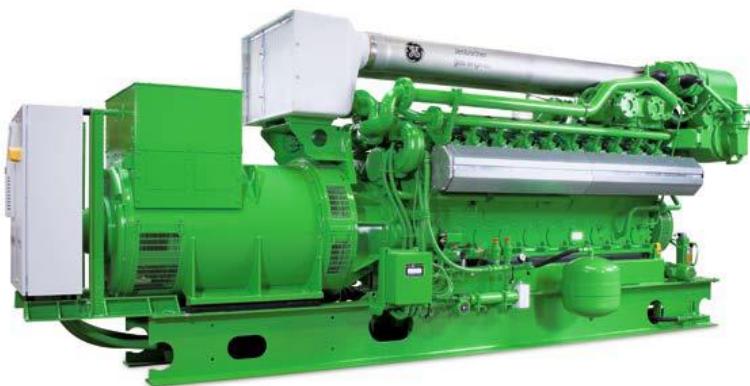
# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA IGNICIÓN POR COMPRESIÓN /CICLO DIESEL

En los motores de este tipo se comprime el aire a alta presión y en el proceso se calienta el aire a la temperatura de ignición del combustible, el cual se inyecta en ese momento para encender la mezcla.

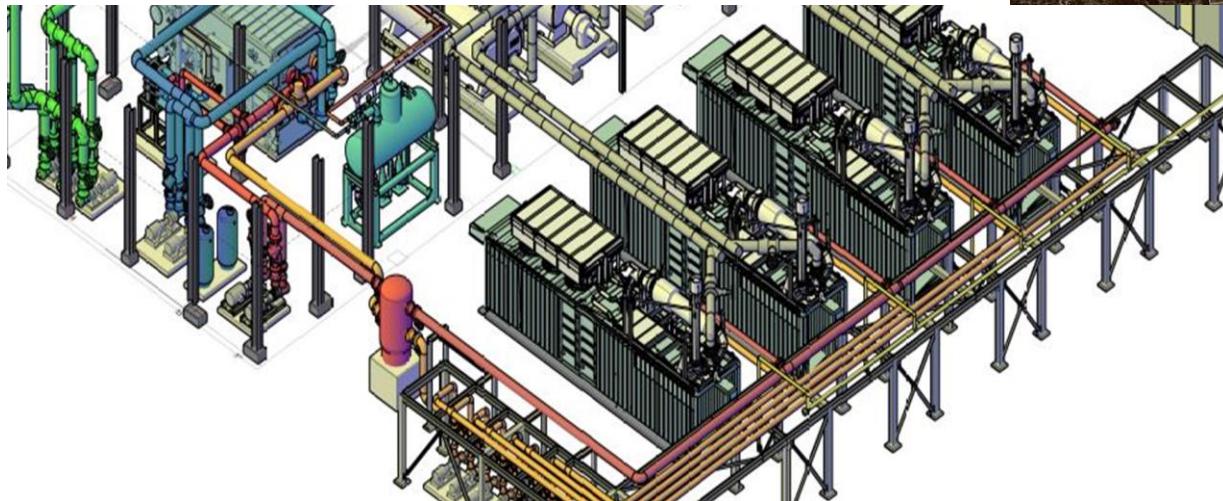
Combustible - Diesel, aunque existen motores de combustible dual en donde se inyecta gas natural y aire a presión, y luego Diésel.



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CAPACIDADES DE GENERADORES DE COGENERACIÓN

- ✓ Rango de capacidades de los generadores de Cogeneneración usados en PR - 400 kW a 3.3 MW
- ✓ Capacidad de motores - 500 a 4,400 HP
- ✓ Aunque existen capacidades mucho menores y mayores



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

## VENTAJAS

- Baja inversión capital
- Relativamente Altas Eficiencias (35 a 44%)
- Múltiples Energías (Agua Caliente y Gases de Escape)
- Tecnología Robusta y Probada
- Densidad Energética- Requiere poco espacio
- Operación Autónoma
- Eficiencias Netas de CHP sobre el 65% (hasta >80%)



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

## DESVENTAJAS

- Requiere mayor mantenimiento que otras tecnologías
- No se ajusta a variaciones grandes en demanda eléctrica (<20%)
- Rango de operación está limitado a más del 40 %
- Produce altos niveles de ruidos



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CONSIDERACIONES DE DISEÑO

La modularidad es un elemento importante al considerar un proyecto de CHP. Ofrece:

- Resiliencia/Respaldo
- Manejo de cambios significativos en demanda eléctrica
- Flexibilidad Mantenimiento
- Aumento en disponibilidad



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CONSIDERACIONES DE DISEÑO & OTRAS

- Permite trabajar eficientemente durante periodos de baja carga (noches y fines de semana)
- N + 1 para Sistemas Críticos o Fuera de la Red Eléctrica (ISLA)
- Disponibilidad de Servicio Local
- Contrato de Mantenimiento, Piezas y Servicio durante la Vida Útil
- 92% de Disponibilidad



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Cargas Parasitas o Autoconsumo pueden exceder de 10% de la producción eléctrica (evaluar durante el diseño)
- Eficiencia
- Se recomienda operen sobre el 80% de su capacidad
- Dejar 20% para operar en Modo Isla
- Disminución de Potencia “De rating” en motores a Gas.  
Implica aumento en capital LPG vs NG



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Eficiencia Eléctrica (36 al 44%)
- Eficiencia Térmica (alrededor del 40%)
- Temperatura Gases de Escape
- Volumen Gases de Escape
- Arranque de Cero (“Black Start”)



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ

## TURBINAS

### TURBINAS DE GAS (CICLO BRAYTON ABIERTO)

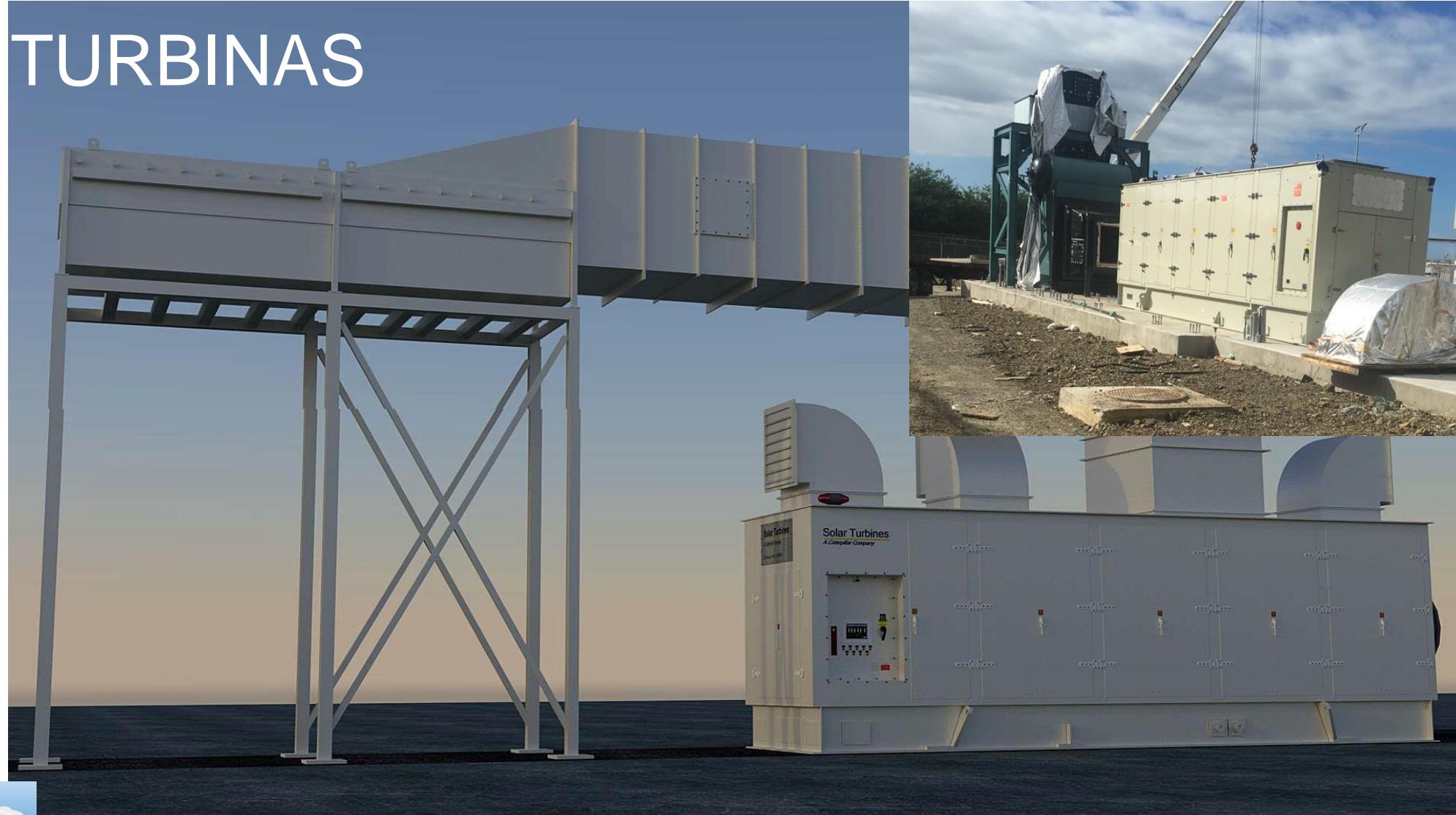
En una turbina de gas ideal, los gases se someten a cuatro procesos termodinámicos: una compresión isentrópica, una combustión isobárica (presión constante), una expansión isentrópica y rechazo de calor.

### TURBINAS DE DIESEL U OTROS COMBUSTIBLES



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ

## TURBINAS



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS

# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ TURBINAS - CAPACIDADES

30 kW (Micro-turbinas) a >300 MW (Plantas Generatrices)

## APLICACIONES

Industriales e Institucionales

Donde las altas temperaturas de gases de escape pueden generar vapor a alta presión o usarse directamente para procesos de calefacción o secado.



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ TURBINAS - VENTAJAS

- Frecuencia de Mantenimiento más extensas (hasta 1 año típicamente)
- Mayor energía en los gases de escape
- Densidad Energética- Requiere poco espacio
- El Rango de Operación es amplio
- Responde bien a cambios en carga eléctrica
- Operación Autónoma



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ TURBINAS - DESVENTAJAS

- Alta inversión capital
- Eficiencias mas bajas (<33% a condiciones estándar, menor a las condiciones de PR)
- Eficiencia Neta máxima de CHP del orden de 60%.
- Micro turbinas - reducción en eficiencia termal neta por control de emisiones



# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ TURBINAS - CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- 98% de Disponibilidad
- Cargas Parasitas o Autoconsumo pueden exceder de 10% de la producción eléctrica
- Eficiencia Eléctrica (<33%)
- Su eficiencia eléctrica se reduce significativamente en base a su carga (se recomienda se opere a carga plena)



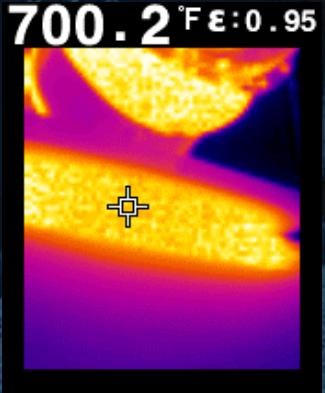
# EQUIPOS COGENERACIÓN: UNIDAD MOTRIZ TURBINAS - CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Temperatura Gases de Escape
- Volumen Gases de Escape
- Arranque de Cero (“Black Start”) >30% de su capacidad
- Control de Emisiones (inyección de agua de-ionizada,



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR

- CALDERAS
- CHILLERS DE ABSORCIÓN
- INTERCAMBIADORES DE CALOR
- CHILLERS DE VAPOR



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CALDERAS - TIPOS

- POTENCIA
- CALEFACCION
- HRSG
- PIROTUBULARES
- ACUATUBULARES
- CALDERAS DUALES
- EFICIENCIA - HASTA 80%



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN

Un refrigerador de absorción es una máquina que utiliza una fuente de calor para proporcionar la energía necesaria para impulsar el proceso de refrigeración. El sistema utiliza dos refrigerantes, el primero de los cuales realiza refrigeración por evaporación y luego se absorbe en el segundo refrigerante; se necesita calor para restablecer los dos refrigerantes a sus estados iniciales.



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN

Este ciclo de enfriamiento por absorción se basa en tres principios básicos:

- 1) Cuando se calienta un líquido hierve (vaporiza) y cuando se enfriá un gas se condensa
- 2) Reducir la presión por encima de un líquido reduce su punto de ebullición.
- 3) El calor fluye de las superficies más cálidas a las más frías.



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN - TIPOS

- Efecto Sencillo
- Doble Efecto
- Multi-Energías
- Refrigerante - agua
- Absorbente - bromuro de litio



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN - CAPACIDADES

80 a 1100 RTons

**RANGO DE TEMPERATURA**

- > 38 F normalmente, pero se pueden lograr temperaturas de hasta 27 F
- Diseño normalmente de 42 a 52 en aplicaciones existentes de Aire Acondicionado.



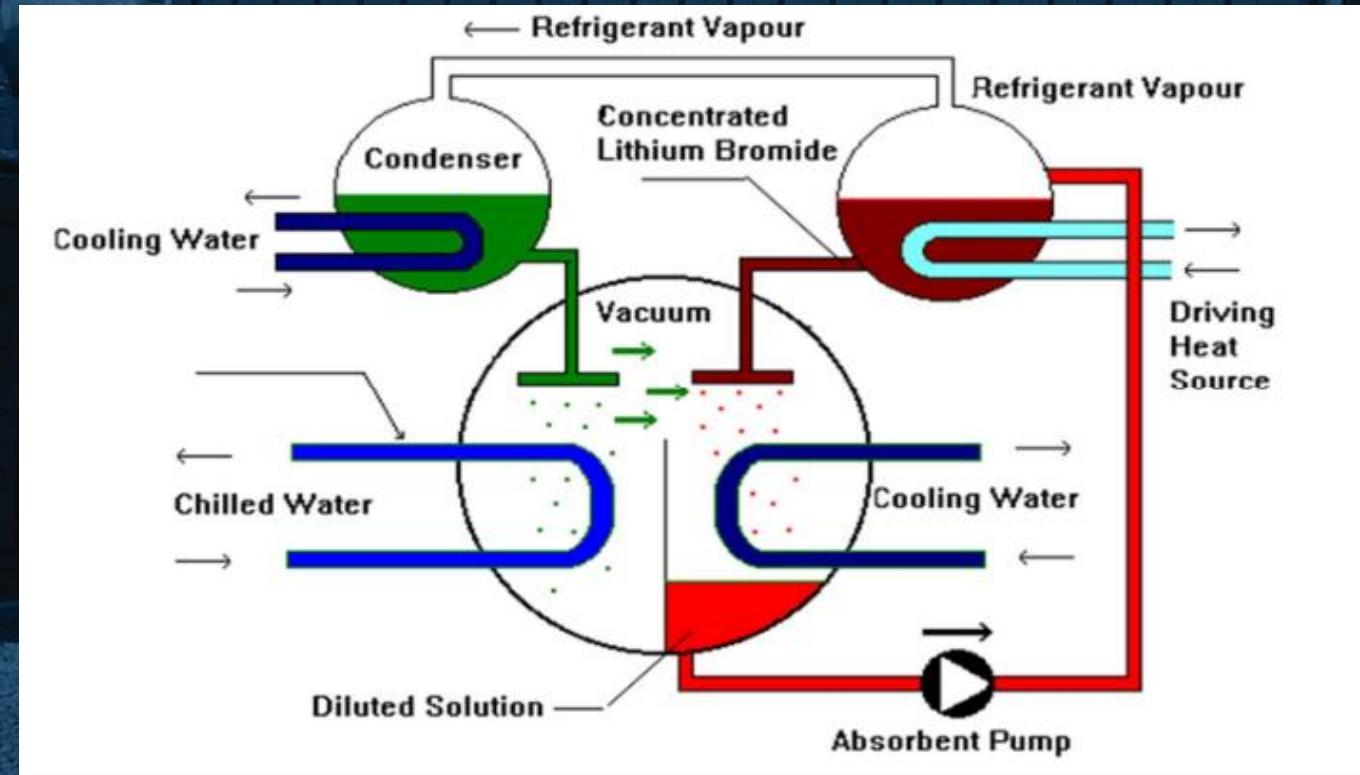
# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN - VENTAJAS

- Multiples posibilidades de recuperación de calor (agua caliente, gases calientes, vapor, combustión en horno), Independiente o simultáneamente
- Coeficientes de Desempeño COP de hasta 1.4
- Pueden producir frío o calor
- Consumo eléctrico muy bajo (1 bomba de vacío y una bomba de transferencia).



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN - VENTAJAS

- Poco mantenimiento
- Pocas piezas móviles
- Larga Vida



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN - DESVENTAJAS

- Tamaño y peso mayor que un chiller eléctrico de igual capacidad
- Altura del espacio donde se ubicará
- Requiere mayor capacidad de torre de enfriamiento (30 a 40% mas consumo de agua)
- Menor Coeficiente de Desempeño (COP) que los Chillers Eléctricos (Pero el frio es casi gratis)
- Posibilidad de Cristalización



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN – CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Debe estar cerca de la Unidad Motriz o la fuente de Calor
- Conducto de Gases de Escape
- Válvulas de tres vías
- Pérdidas de presión a través del lado de gases de escape
- Pérdidas de presión a través del lado de agua



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: RECUPERACIÓN DE CALOR CHILLERS DE ABSORCIÓN – CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Los chillers son ajustados a la necesidades del proyecto.  
Interacción con el manufacturero es muy importante.
- Asegurar se apagan los aerogeneradores del Motor



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: INTERCAMBIADORES DE CALOR

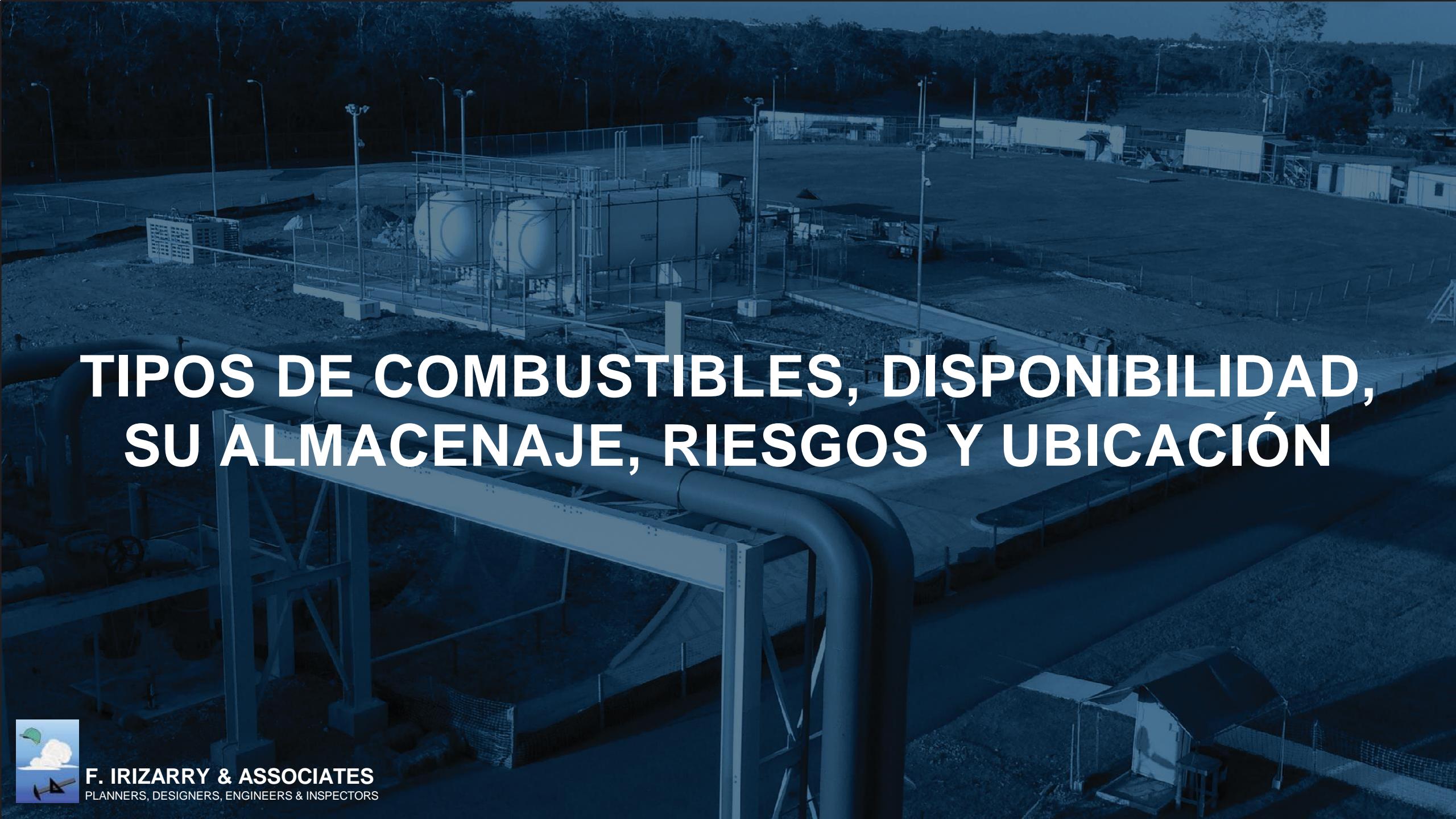
- De Placas – “Plate Heat Exchangers”
- Carcasas y tubos - “Shell & Tube”



# EQUIPOS DE COGENERACIÓN: INTERCAMBIADORES DE CALOR CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Eficiencia de Transferencia (placas vs carcasas y tubos)
- Temperatura de Acercamiento “Approach”
- Incrustaciones - “Fouling”
- Caudal de fluidos deben ser parecidos o ajustar el diseño del equipo
- LMTD
- Perdidas de Presión del Sistema existente



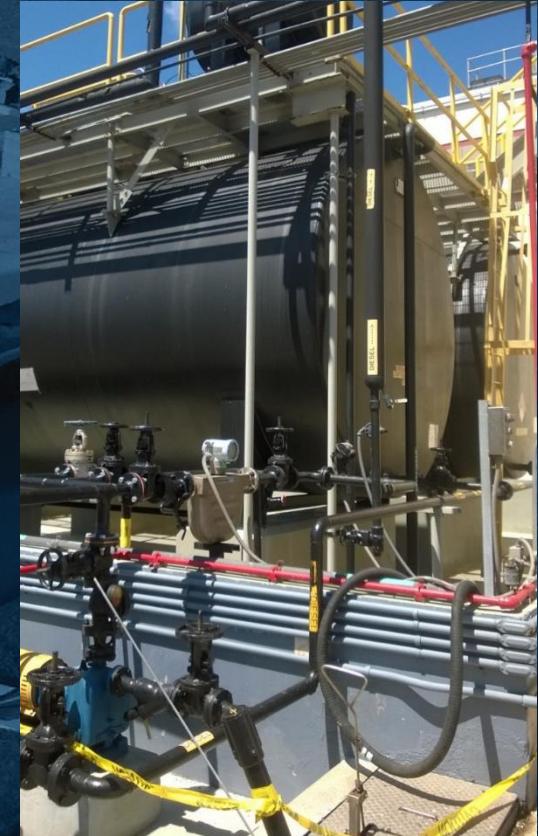


# TIPOS DE COMBUSTIBLES, DISPONIBILIDAD, SU ALMACENAJE, RIESGOS Y UBICACIÓN



# TIPOS DE COMBUSTIBLE: LÍQUIDOS

- Diesel ( Fuel Oil No. 2) Ultra Low Sulphuric
- Keroseno
- Alcohol



# TIPOS DE COMBUSTIBLE: GASEOSOS

- Gas Natural
- Gas Propano
- Bio Gas
- SynGas (local)
- Hidrógeno (bajo investigación y pruebas)



# DISPONIBILIDAD & TRANSPORTACION:

## DISPONIBILIDAD

- Diesel
- Propano
- Gas Natural

## TRANSPORTACION EN CAMIONES

- Capacidades - 9 a 12 mil galones



# ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS

# RIESGOS

- Derrames
- Escapes
- Fuegos
- Explosiones
- Radiación de Calor
- Onda de Expansión

# PREVENCION, CONTROL, MITIGACION:

- Separaciones y encerramiento
- Odorante
- Detección Fugas, Calor, Fuego
- Dirección del viento
- Sistemas de descarga de camiones
- Conexiones de baja emisión
- Sistemas de Autorefrigeración
- Diques y drenaje (áreas de acumulación)
- Sistemas de Cierre de Emergencia
- Detectores Sísmicos
- Protección contra incendios



# CÓDIGOS

- 2018 PR Building Code, IBC según enmendado
- 2018 PR Fuel Gas Code, IFGC según enmendado
- NFPA 30 - Flammable & Combustible Liquids Code
- NFPA 54 - National Fuel Gas Code
- NFPA 58 - Liquefied Petroleum Gas Code
- NFPA 59 A - Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas



# UBICACIÓN

## SEPARACIONES:

- Entre tanques del mismo producto
- Entre tanques de almacenaje de otros productos
- A la colindancia donde se pueda construir
- A edificios importantes
- A la estación de descarga del camión
- Distancias en tanque soterrados
- Clasificación Eléctrica

TABLE 6104.3 LOCATION OF LP-GAS CONTAINERS

| LP-GAS CONTAINER CAPACITY<br>(water gallons) | MINIMUM SEPARATION BETWEEN LP-GAS CONTAINERS AND<br>BUILDINGS, PUBLIC WAYS OR LOT LINES OF ADJOINING<br>PROPERTY THAT CAN BE BUILT UPON |  | MINIMUM SEPARATION<br>BETWEEN LP-GAS CONTAINERS <sup>b, c</sup><br>(feet) |
|--|---|--|---|
|  | Mounded or underground<br>LP-gas containers <sup>a</sup><br>(feet)  | Above-ground<br>LP-gas containers <sup>b</sup><br>(feet) |   |
| Less than 125 <sup>c, d</sup>                | 10  | 5 <sup>e</sup>   | None  |
| 125 to 250                                   | 10  | 10   | None  |
| 251 to 500                                   | 10  | 10   | 3   |
| 501 to 2,000                                 | 10  | 25 <sup>e, f</sup>                                       | 3   |
| 2,001 to 30,000                              | 50  | 50   | 5   |
| 30,001 to 70,000                             | 50  | 75   |   |
| 70,001 to 90,000                             | 50  | 100  |   |
| 90,001 to 120,000                            | 50  | 125  |   |

59A-16

PRODUCTION, STORAGE, AND HANDLING OF LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG)

Table 5.3.4.1 Distances from Containers and Exposures

| Container Water Capacity | Minimum Distance from<br>Edge of Impoundment or<br>Container Drainage<br>System to Property Lines<br>That Can Be Built Upon |                | Minimum Distance<br>Between Storage<br>Containers                      |   |
|--------------------------|---|----------------|--|---|
|                          | gal   | m <sup>3</sup> | ft   | m   |
| <125*                    |   | <0.5           | 0  | 0   |
| 125-500                  |   | ≥0.5-1.9       | 10   | 3   |
| 501-2,000                |   | ≥1.9-7.6       | 15   | 4.6   |
| 2,001-18,000             |   | ≥7.6-63        | 25   | 7.6   |
| 18,001-30,000            |   | ≥63-114        | 50   | 15  |
| 30,001-70,000            |   | ≥114-265       | 75   | 23  |
| >70,000                  |   | >265           | 0.7 times the container<br>diameter but not less<br>than 100 ft (30 m) | 1/4 of the sum of the<br>diameters of<br>adjacent containers<br>[5 ft (1.5 m)<br>minimum] |

\*If the aggregate water capacity of a multiple container installation is 501 gal (1.9 m<sup>3</sup>) or greater, the minimum distance must comply with the appropriate portion of this table, applying the aggregate capacity rather than the capacity per container. If more than one installation is made, each installation must be separated from any other installation by at least 25 ft (7.6 m). Do not apply minimum distances between adjacent containers to such installation.



# UBICACIÓN

## ACCESO:

- Descarga con tractor hacia salida
- Separación del transito
- Separación de otros vehículos
- Superficie Segura
- Superficie Nivelada
- Buena Ventilación
- Pendientes y sistemas de drenaje





# UBICACIÓN DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN



# UBICACIÓN DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

1. Cercanía a las utilidades
2. Dependerá de lo que producirá el sistema de CHP
3. Cuando se usan gases de escape, el motor debe estar cerca del chiller.
4. Considerar el voltaje de distribución de acuerdo a la ubicación con relación a la subestación
5. Pérdidas de Calor por distancia (Aislación Térmica)



# UBICACIÓN DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

6. Dirección del viento
7. Gases de escape (altura de chimeneas)
8. Acceso a la infraestructura y utilidades existentes
9. Aprovechar el uso de edificaciones existentes
10. Perfil del terreno
11. Acceso para servicio y mantenimiento



# UBICACIÓN DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN CONSIDERACIONES DE DISEÑO

12. Percepción pública
13. Acceso y distancia a equipos de respuesta a emergencia
14. Ruido y Distancia a colindancias y Zonas de Tranquilidad
15. Perdidas de presión en sistemas de bombeo
16. Condensación de liquido en líneas de gas



# UBICACIÓN DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS



# INTEGRACIÓN A FACILIDADES EXISTENTES



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS

# INTEGRACIÓN A FACILIDADES EXISTENTES

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- o Si no tiene suficiente calor para recuperar, considere quemadores suplementarios. Normalmente será mas eficienteOptimice el diseño para reducir la demanda eléctrica y la perdida de presión (reduzca el autoconsumo).
- o Aproveche oportunidades de reemplazo de equipo para sustituirlo por los componente de CHP
- o Conecte los sistemas hidráulicos en paralelo (ei. Chillers)

# INTEGRACIÓN A FACILIDADES EXISTENTES

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Haga un diseño detallado y establezca las especificaciones deseadas, antes de llevar un proyecto de CHP a subasta.
- Establezca la eficiencia que desea y requiera garantías de desempeño.
- Diseñe para desplazar mas la carga termal posible
- Considere el apagar maquinas completas , antes de trabajar a cargas parciales. Su cogeneración tendrá respaldo.

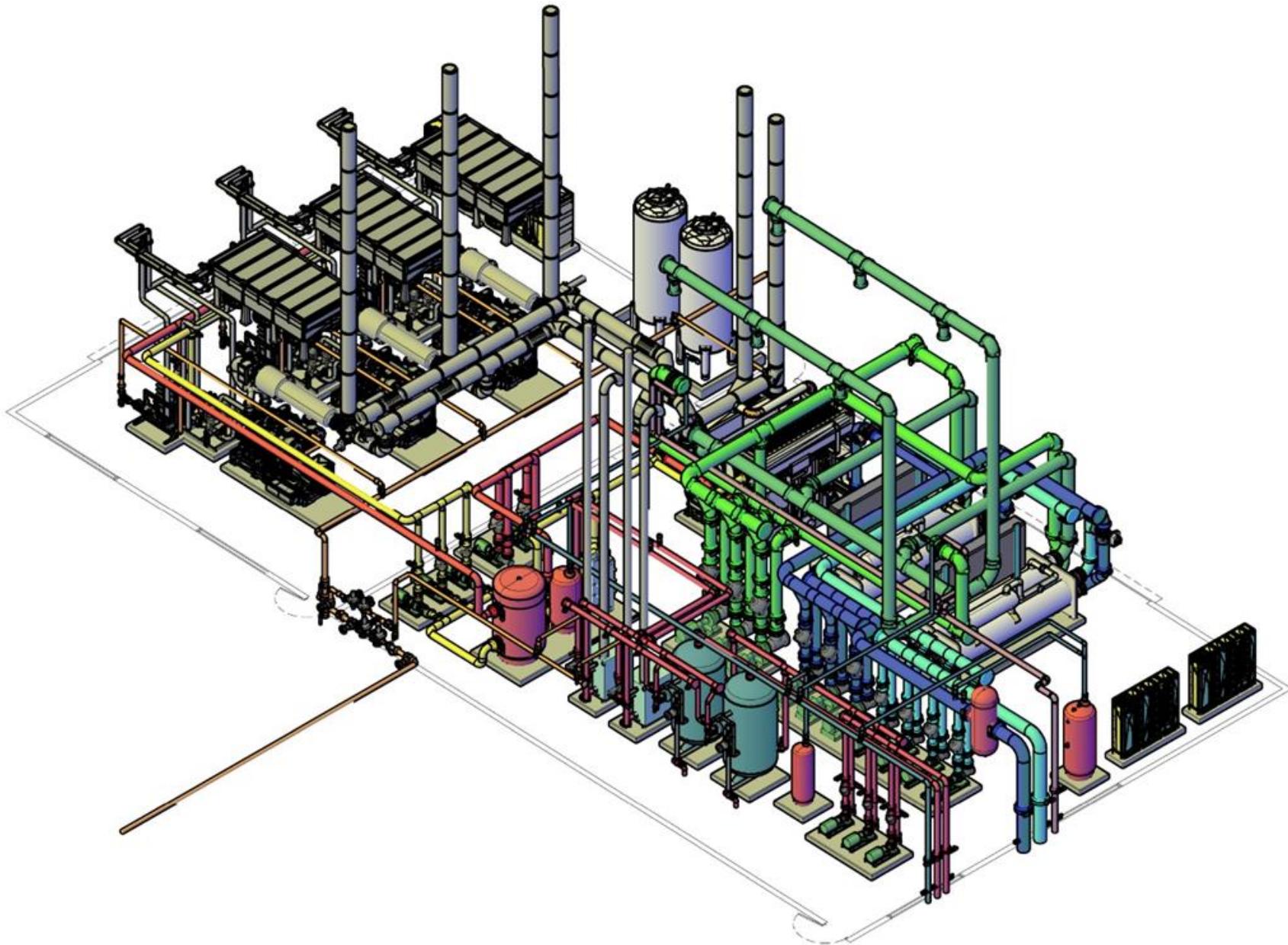


# INTEGRACIÓN A FACILIDADES EXISTENTES

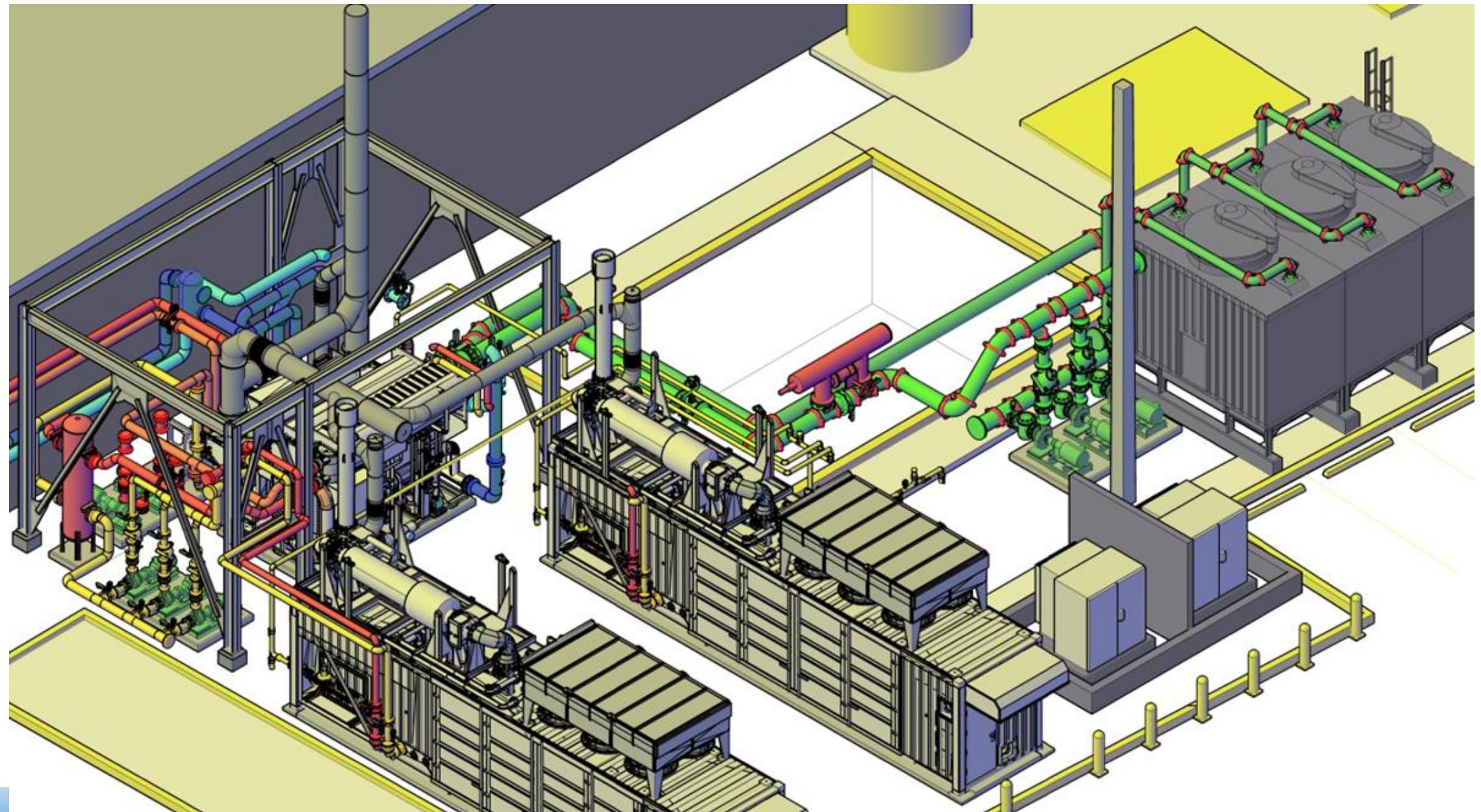
## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- o Si es posible use torres de enfriamiento existente
- o Tenga en cuenta el aumento en consumo de agua
- o Como alternativa puede utilizar torres adiabaticas. Pero esta aumentan el autoconsumo y el capital inicial.
- o La cogeneración es excelente para hacer **Plantas de Enfriamiento o Calefacción**

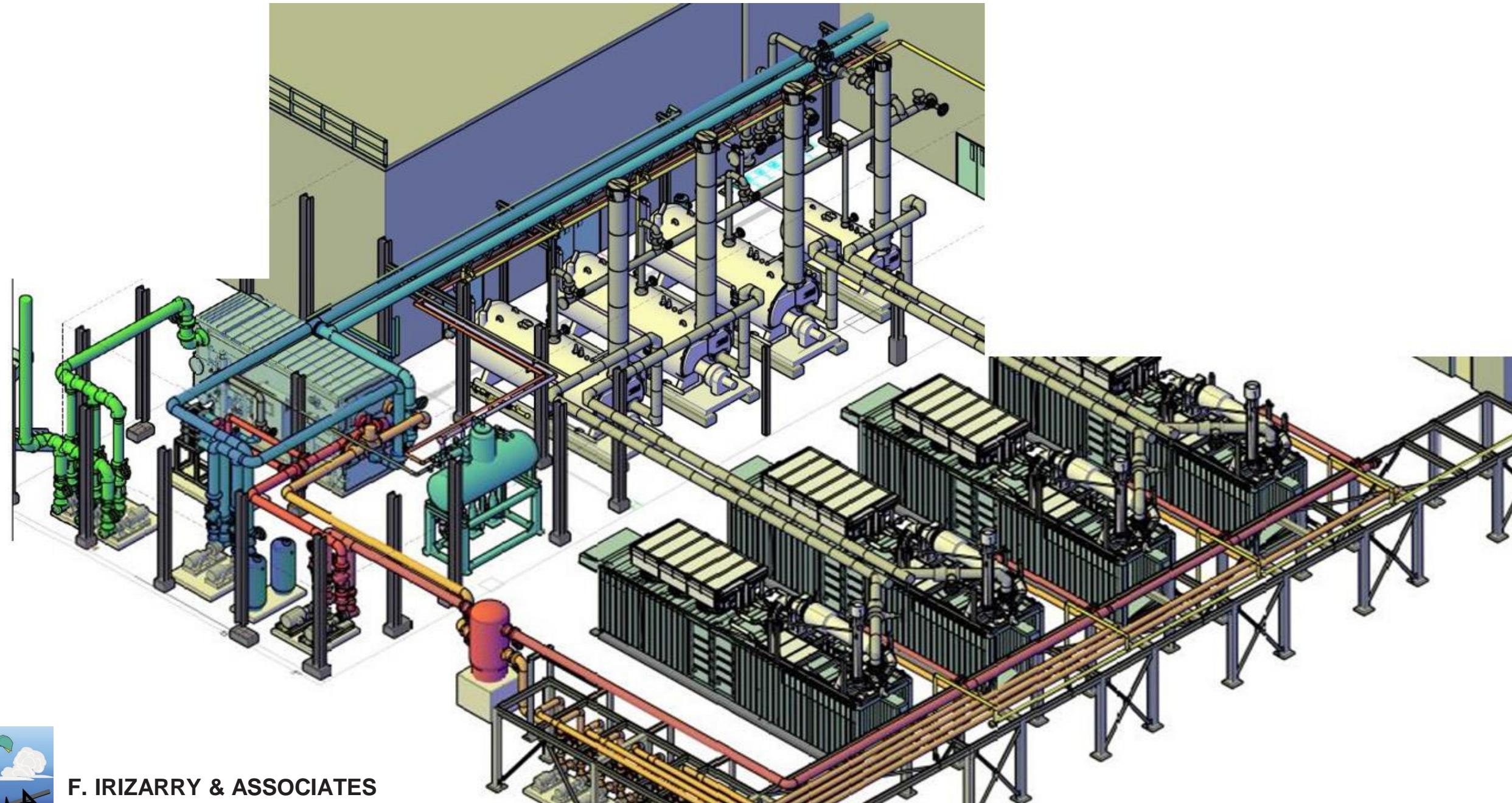




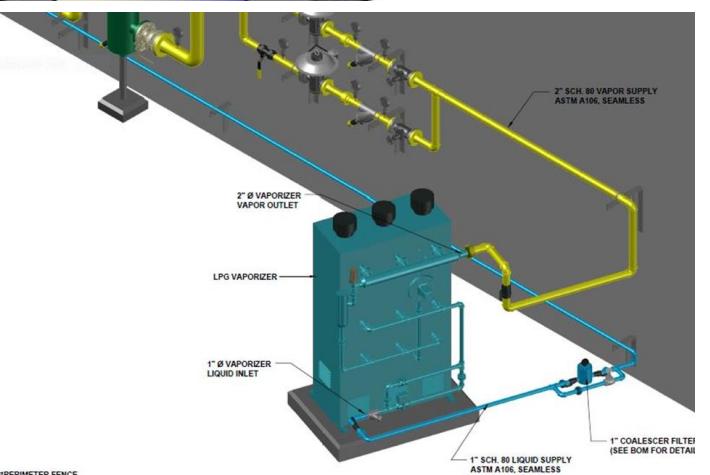
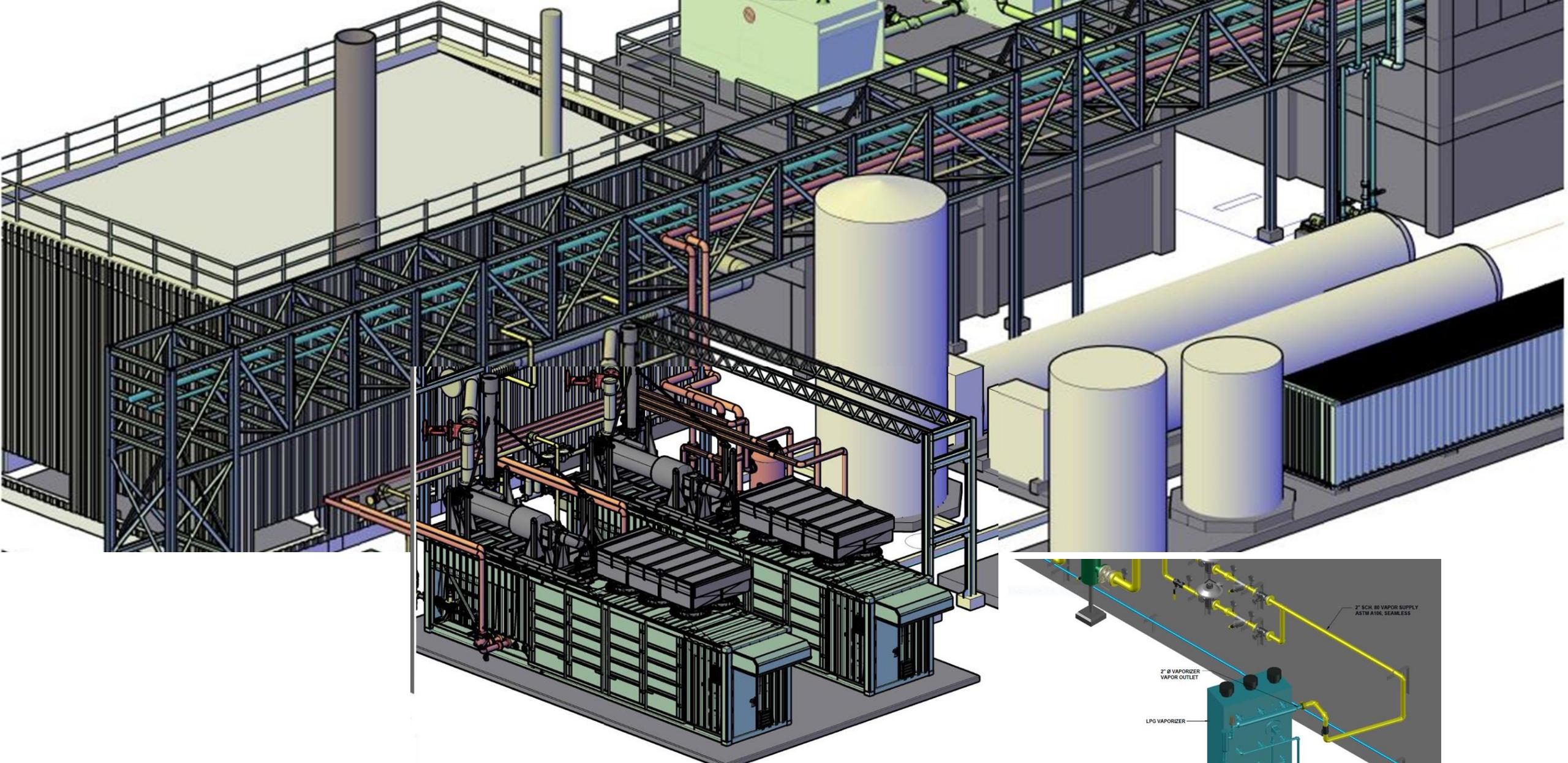
**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS



A large industrial facility with multiple cooling towers and shipping containers in the foreground.

# CONSIDERACIONES AMBIENTALES



**F. IRIZARRY & ASSOCIATES**  
PLANNERS, DESIGNERS, ENGINEERS & INSPECTORS

# CONSIDERACIONES AMBIENTALES

## EMISIONES

- Control de Emisiones
- Parámetros Requeridos
- Certificado por EPA y No-Certificados
- Turbinas de Gas
- Control de Emisiones
- Parámetros Requeridos



# CONSIDERACIONES AMBIENTALES EMISIONES

La Cogeneración incluye varias fuentes de emisiones atmosféricas:

1. El almacenaje de combustible (Proceso de Descarga, Emisiones Fugitivas, Tanques de almacenaje, venteo de auto refrigeración, vaporizadores de llama abierta o baño de agua).
2. Motor Estacionario de Combustión Interna (RICE)
3. Turbina



# CONSIDERACIONES AMBIENTALES MOTORES

Normas nacionales de emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosos (RICE NESHPAP) RICE NESHPAP (40 CFR Parte 63 Subparte ZZZZ) se aplica a todos los motores de combustión interna estacionarios alternativos existentes, nuevos y reconstruidos en fuentes principales y de área de contaminantes atmosféricos peligrosos.



# CONSIDERACIONES AMBIENTALES TURBINAS

Normas para el desempeño de Nuevas Fuentes Estacionarias 40CFR Parte 60 Subparte KKKK – “STANDARDS FOR PERFORMANCE FOR STATIONARY COMBUSTION TURBINES”

Aplica si su turbina tiene una entrada de energía calorífica igual o mayor de 10 MMBTU por hora



A large industrial facility is shown in the background, featuring several large white storage tanks with black and white diagonal stripes, and a building with a glass facade. In the foreground, there are several shipping containers stacked. One container is prominently labeled "SGE-485M". The sky is overcast with dark clouds.

# REQUISITOS DE PERMISOS



# REQUISITOS DE PERMISOS

| LISTA DE PERMISOS REQUERIDOS PARA EL PROYECTOS DE COGENERACIÓN |   |   |
|--|---|---|
| ÍTEM   | NOMBRE DE TRÁMITE   | AGENCIA   |
| 1  | Permiso de Ubicación (Requerido para ciertas ocasiones)                           | OGPe  |
| 2  | Permiso de Construcción   | OGPe  |
| 2A.  | Solicitud para Recomendación de Evaluación Ambiental (REA)                        |   |
| 2B.  | Solicitud para Determinación de la Evaluación Ambiental (DEA)                     |   |
| 2C.  | Pre-Consulta de Medio Ambiente  |   |
| 2C.1   | Certificación de Hábitat para Fauna y Flora                                       | PROONENTE   |
| 2C.2   | Certificación de No Plomo, No Asbesto   | PROONENTE   |
| 2D.  | Solicitud de Recomendación de Salud (Seguridad)                                   | OGPe (Dept. De Salud)                                   |
| 2E.  | Solicitud de Recomendación de Salud (Bomberos)                                    | OGPe (Cuerpo Bomberos de PR)                            |
| 3  | Permiso Único Incidental (PUI) Relacionado al movimiento de Tierras, Plan CES     | OGPe  |
| 4  | Stormwater Pollution Prevention Plan (SWPPP), si el proyecto abarca mas de 1 Acre | EPA   |
| 5  | Permiso de Construcción de Fuentes de Emisión (PFE)                               | Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 6  | Permiso para la Operación de Fuentes de Emisión<br>(La radicación es a discreción del Cliente)  | Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) |
| 7  | Endoso PREPA/LUMA   | LUMA  |
| 7A | Solicitud de Evaluación para la Interconexión de un Generador Distribuido (GD) al Sistema de Transmisión o Distribución                                 |   |
| 7B | Se realiza la Evaluación de la Propuesta por parte de LUMA  |   |
| 7C | Solicitud de Endoso a Planos del Proyecto Propuesto   |   |
| 7D | Luego de finalizada la Construcción, Solicitar la Inspección Final y Coordinación para el Comisionamiento y Pruebas de Aceptación del Sistema Instalado |   |
| 7E | Solicitud de Recomendación de Infraestructura (SRI) para Evaluación del Proyecto  | OGPe-LUMA   |
| 7F | SRI para Endoso de Planos   | OGPe-LUMA   |
| 8  | Endoso AAA  | AAA   |
| 8A | Solicitud de Recomendación de Infraestructura (SRI) para Evaluación del Proyecto  | OGPe-AAA  |
| 8B | SRI para Endoso de Planos   | OGPe-AAA  |



# PREGUNTAS & RESPUESTAS

